# 厦门国科安芯科技有限公司

# AS32X601 应用笔记

## AN001

# 目录

一 简介.....3

二 ADC.....3

三 DAC.....4

四 D CACHE 读写访问.....4

五 管脚定义更新.....4

# 一 简介

AS32X601 目前 V1.0 版本中 ADC、DAC、D CACHE 需要改进，V1.1 版本改进后 ADC 、DAC 的性能会显著提高，同时解决 D CACHE 访问异常问题，本文档对以上问题进行说明，同时对于改动前后管脚定义的变化进行说明。

# 二 ADC

ADC 目前版本有效位数和线性度较差，改进后版本 ADC 典型场景下有效位数可以到 10 位左右，线性度明显改善。

目前版本只开一个 ADC，其他两个 ADC 关闭的静态转换性能如下图所示，只开启一个 ADC（ADC1），且其他 ADC 不开启测得的数据，可以看出：

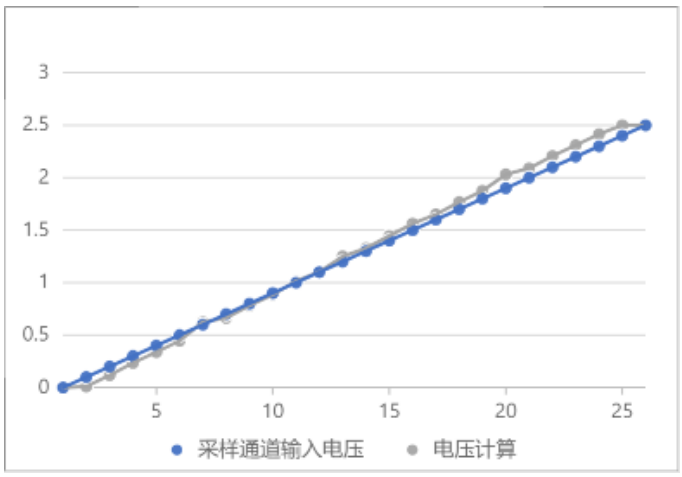
0.1～0.4V，测试数据和实际值偏差范围在 10%~90%之间；

0.5～1.8V，测试数据和实际值偏差范围小于 5%左右。

1.9～2.4V，测试数据和实际值偏差范围在 5%左右；

从趋势图也可以看出，中间段的数据质量稍微好一点，两头的数据偏差较大。

目前版本通过分段拟合后可以改进 ADC 指标。

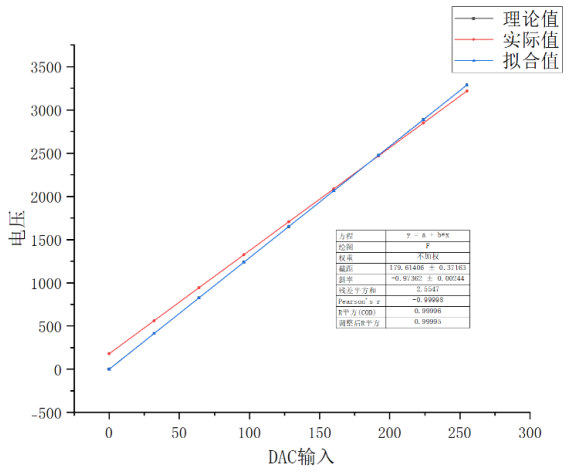



改进后版本提供时间为 2025 年 11 月中旬左右。

# 三 DAC

DAC 目前版本有效位数较低，改进后版本 DAC 典型场景下有效位数明显改善。目前版本 DAC 性能如下：

采用对误差做线性式拟合，通过测试的结果加上误差的拟合值，即可得到最后测试的修正值。如图所示，分别是 3.3V 和 2.5V 电压范围的 DAC 静态转换图，拟合后的值和理论值几乎一致，所以 DAC 的误差是可以通过拟合基本可以修正误差。同时开两个 DAC，测试 DAC0 的静态转换性能拟合曲线。




改进后版本提供时间为 2025 年 11 月中旬左右。

# 四 D CACHE 读写访问

D CACHE 读写程序运行过程中会概率性出现访问异常，改进后版本会解决此问题。关于此问题在《AN002》中有详细描述和基于目前版本的解决方案。

改进后版本提供时间为 2025 年 11 月中旬左右。

# 五 管脚定义更新

本次版本更新对于 5 个管脚的定义有变化，具体如下：

（1）PB12（PIN 编号 101）、PB13（PIN 编号 110）、PB14（PIN 编号 126）

去掉原有的模拟功能

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 101 | PB12<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS0<br>功能 2：<br>HTIM0_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 0<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>ADC0_VREFBI |
| | PB12<br>(V1.1) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS0<br>功能 2：<br>HTIM0_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 0<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 110 | PB13<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_SCK<br>功能 2：<br>HTIM0_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>ADC1_VREFBI |
| | PB13<br>(V1.1) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_SCK<br>功能 2：<br>HTIM0_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 126 | PB14<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPIO_MOSI<br>功能 2：<br>HTIMO_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPIO 主机输出从机输入信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>ADC2_VREFBI |
| | PB14<br>(V1.1) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPIO_MOSI<br>功能 2：<br>HTIMO_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPIO 主机输出从机输入信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>NA |

（2）PA7（PIN 编号 121）原有的数字功能和模拟功能均去掉，新功能为 VREFN

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 121 | PA7<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIMO_CH2N<br>功能 2：<br>USART7_RX | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 2 互补输出<br>功能描述 2：USART7 数据接收输入 |
| | | | | 功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN8 | 功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit8 |
| | PA7<br>(V1.1) | VREFN | POWER | | 模拟 IP 的负参考电压 |

（3）PC3（PIN 编号 122）原有的数字功能和模拟功能均去掉，新功能为 VREFP

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 122 | PC3<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH0<br>功能 2：SPI2_CS0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN0 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 0 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 片选信号 0<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit0 |
| | PC3<br>(V1.1) | VREFP | POWER | | 模拟 IP 的正参考电压 |

客户可以基于目前版本进行项目前期评估验证，如果要做板卡，建议对以上 5 个管脚做兼容设计，PB12（PIN 编号 101）、PB13（PIN 编号 110）、PB14（PIN 编号 126）三个管脚模拟功能不用，同时 PA7（PIN 编号 121）和 PC3（PIN 编号 122）两个管脚的数字功能和模拟功能均不用，VREF 同时连接到 PA7、PC3 和 106、107 管脚。新版本预计 2025 年 11 月中旬左右可以提供，兼容设计后的板卡既可以贴装目前版本芯片也可以贴装新版本芯片。

国科安芯
ANSILIC

# 厦门国科安芯科技有限公司

# AS32X601 应用笔记

**AN002**

国科安芯
ANSILIC

# 目录


1. Clearcache ..... 3
   1.1. 功能说明 ..... 3
   1.2. 使用原则 ..... 3
   1.3. 特殊问题 ..... 3
   1.4. 解决办法 ..... 3
2. 调试 ..... 4
   2.1. 中断调试 ..... 4
      2.1.1. 问题 ..... 4
      2.1.2. 解决办法 ..... 4
   2.2. 烧录 ..... 4
      2.2.1. 问题 ..... 4
      2.2.2. 解决办法 ..... 5

# 1. Clearcache

## 1.1. 功能说明

该条指令用于同步 CACHE 和 SRAM 之间的数据同步，同时用于控制多主机包括 cpu、dma 以及 csr 定时器之间的时序同步，控制读写顺序。

## 1.2. 使用原则

- 当通过 DMA 进行接口数据交互过程中，每次向内存写入数据或者读取 DMA 接受数据对应的内存时，均需要在写操作之后，读操作之前添加 clearcache 操作函数。
- 当使用 csr 作为时钟的延时函数时，偶尔会出现延时不准确，此时为 cpu 和 csr 之间的乱序操作不同步，此时需要在调用延时之前添加一条此指令。

## 1.3. 特殊问题

AS32X601 由于此 cache 可能会导致正常程序操作过程的问题点，应用程序开发过程中，涉及到多层数据传递以及处理过程，在此过程中会出现大量的临时变量声明及定义。

在部分操作中，会涉及形参直接作为数据处理过程的判断或者赋值，由于一个 cache line 为 64bit，如果传输过程出现前后操作 8bit 数据的读写过程，那么可能会造成同一个变量的读写在同一个 cache line,所造成的后果就是变量的赋值还未完成就读出，造成数据错误。

## 1.4. 解决办法

遇到上述问题时，提供三种方法避免出错：

- 在问题前增加八个__asm volatile("nop")指令或者短时间的延时，跳过本条 cache line 操作。

- 问题前增加__asm volatile("fence.i")指令或者 clearcache 操作，同步时序；
- 将传递变量修改为 32bit 变量，后续进行数据处理。

后续会在硬件层面解决掉此部分问题，确保开发工作正常运行。

# 2. 调试

## 2.1. 中断调试

### 2.1.1. 问题

在调试中断时，会出现断点在中断处理函数外，此时中断过程比较频繁时，会出现中断无法触发。

造成此现象的原因是，芯片内部中断触发信号为上升沿，如果在断点过程中，中断控制器正常运行，此时触发的中断由于断点的原因无法响应，因此会在中断控制器前阻塞为一个高信号，导致后续中断无法响应。

### 2.1.2. 解决办法

当前阶段提供三种解决办法：

- 在类似于定时器或者持续数据通信中断时，分步调试，将断点加在相应中断处理函数中，每个中断单独进行调试，确定完整后整体全速运行
- 控制中断频率，确保断点再次运行后产生下一次中断。
- 在相应断点前，关闭中断控制器时钟或者中断使能，调试完该处之后，重新打开时钟或者使能。

## 2.2. 烧录

### 2.2.1. 问题

在烧录或者进入 debug 模式时，经常会弹出 cpu can not stop，造成此问题的原因是程序操作了未开时钟的外设或者地址，那么此时 cpu 或者总线就会完全卡

死在该状态下，不在响应任何指令。

### 2.2.2. 解决办法

对于代码中操作了未开时钟的总线或者外设，那么此时需要将 boot 引脚切换到从其他地址启动，确保 cpu 能够被正确 halt，烧写完正常代码后，恢复 boot 引脚模式即可。

厦门国科安芯科技有限公司

# AS32X601 数据手册

## 32-bit RISC-V MCU

目录

1 芯片介绍.....2
1.1 特色.....3
1.2 典型应用场景.....4
2 引脚定义和功能描述.....5
2.1 LQFP144 引脚定义和功能描述.....5
3 电气特性.....35
3.1 绝对最大额定值(1)(2).....35
3.2 工作条件特性.....35
3.3 功耗.....36
3.4 电源监控特性(1).....37
3.5 电器敏感特性(1)(2).....38
3.6 内部时钟参数.....38
3.7 PMB 参数(1).....39
3.8 JTAG 参数(1).....41
3.9 ADC 参数(1).....43
3.10 DAC 参数(1).....47
3.11 GPIO 参数.....47
3.12 PLL 参数(1).....51
3.13 I2C 参数.....51
3.14 SPI 参数.....52
3.15 USART 参数.....54
3.16 CAN 参数.....54
3.17 以太网.....55
3.18 QSPI.....55
3.19 EFLASH.....55
4 封装.....57
5 修订历史.....59

# 1 芯片介绍

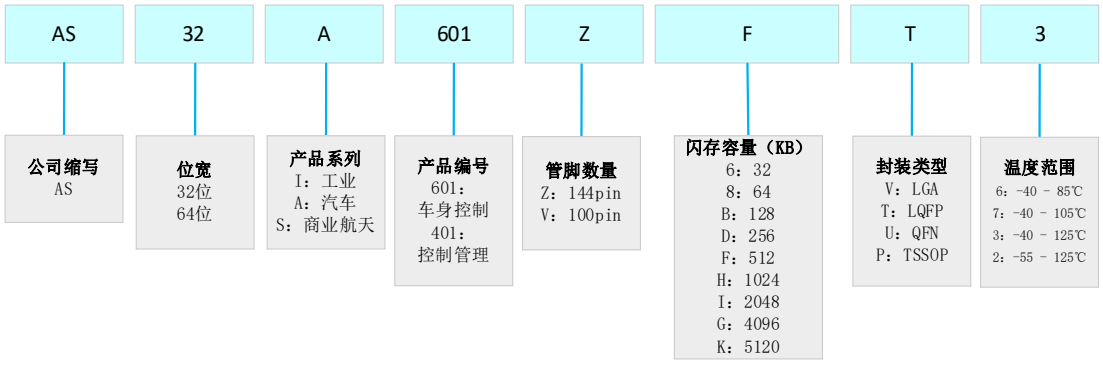
AS32X601 是国科安芯研制的一款基于 32 位 RISC-V 指令集 MCU 产品。产品具有丰富的 Flash 容量、满足 ISO26262 ASIL-B 功能安全等级要求，同时具有高安全、低失效、多 IO、低成本等特点。有 AS32I601、AS32A601、AS32S601 三个产品等级。

- 工作频率高达 180MHz
- 工作输入电压支持：3.3V
- 休眠电流：≤300uA(可唤醒)
- 典型工作电流：≤50mA
- 符合 AEC-Q100 grade1 认证标准 （汽车级）
- SEU：≥75Mev.cm2/mg 或$10^{-5}$次/器件.天 （商业航天级）
- SEL：≥75Mev.cm2/mg （商业航天级）
- TID： ≥150krad（Si）（商业航天级）
- 封装工艺：LQFP144

芯片型号如下：

| 芯片类型 | 芯片型号 | 等级 | 封装 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| MCU | AS32I601ZIT6 | 工业级 | LQFP144 | |
| MCU | AS32I601ZIT2 | 宽温工业级 | LQFP144 | 国产化证明 |
| MCU | AS32A601ZIT3 | 汽车级 | LQFP144 | |
| MCU | AS32S601ZIT2 | 商业航天级 | LQFP144 | 国产化证明 |

芯片命名规则



## 1.1 特色

| 模块 | 说明 |
| --- | --- |
| 内核 | 自研 E7 内核，带有 FPU 与 L1Cache：16KiB 数据缓存，16KiB 指令缓存，允许零等待访问嵌入式 Flash 与外部内存，最高频率 180MHz。 |
| 时钟 | ● 外部晶振（OSC）：范围在 8MHz~40MHz<br>● 内部高频振荡器（FIRC）：16MHz<br>● 内部低频振荡器（SIRC）：32KHz<br>● 系统锁相环（PLL）：最大支持 480MHz 输出 |
| 存储 | ● 512KiB 内部 SRAM（带 ECC）<br>● 16KiB ICache 和 16KiB DCache（带 ECC）<br>● 512KiB D-Flash（带 ECC）<br>● 2MiB P-Flash（带 ECC） |
| 系统 | ● 2 个 16 通道的 DMA 模块<br>● 5 个内存保护模块（MPU）<br>● 4 个时钟监测模块（CMU）<br>● 1 个错误控制模块（FCU）<br>● 1 个电源管理模块（PMU）<br>● 1 个系统控制模块（SMU）<br>● 1 个实时计数器模块（RTC）<br>● 1 个硬件加密模块（DSU），支持 AES、SM2/3/4 和 TRNG<br>● 1 个核心中断控制模块（CLINT）<br>● 1 个外部中断控制模块（PLIC）<br>● 1 个 CRC 校验模块 |
| 电源管理 | ● 4 种电源管理模式：RUN，SRUN，SLEEP，DEEPSLEEP<br>● 低电压检测和复位功能（LVD/LVR）<br>● 高电压检测功能（HVD） |
| 模拟接口 | ● 3 个 12 位的模数转换器（ADC），最多支持 48 通道模拟 |

| | |
|---|---|
| | 通路<br>● 2 个模拟比较器（ACMP）<br>● 2 个 8 位的数模转换器（DAC）<br>● 1 个温度传感器 |
| 定时器 | ● 4 个 32 位高级定时器<br>● 4 个 16 位通用定时器 |
| 通信接口 | ● 6 路 SPI，支持主从模式标准 SPI 协议，速率最高可达 30MHz<br>● 4 路 CAN，支持 CANFD<br>● 4 路 USART 模块，支持 LIN 模式、同步串口模式<br>● 1 个以太网（MAC）模块，支持 10/100M 模式、全/半双工模式<br>● 4 路 IIC，支持主从模式标准 IIC 协议 |
| 调试接口 | 满足 RISC-V Debug Spec 0.13.2 标准的带有 JTAG 接口的调试器 |

## 1.2 典型应用场景

AS32I601ZIT6/ AS32I601ZIT2

- 工业领域：机器人控制（关节控制、通信管理控制）、工业通用控制系统、自动化控制系统（平台升降机控制）

AS32A601ZIT3

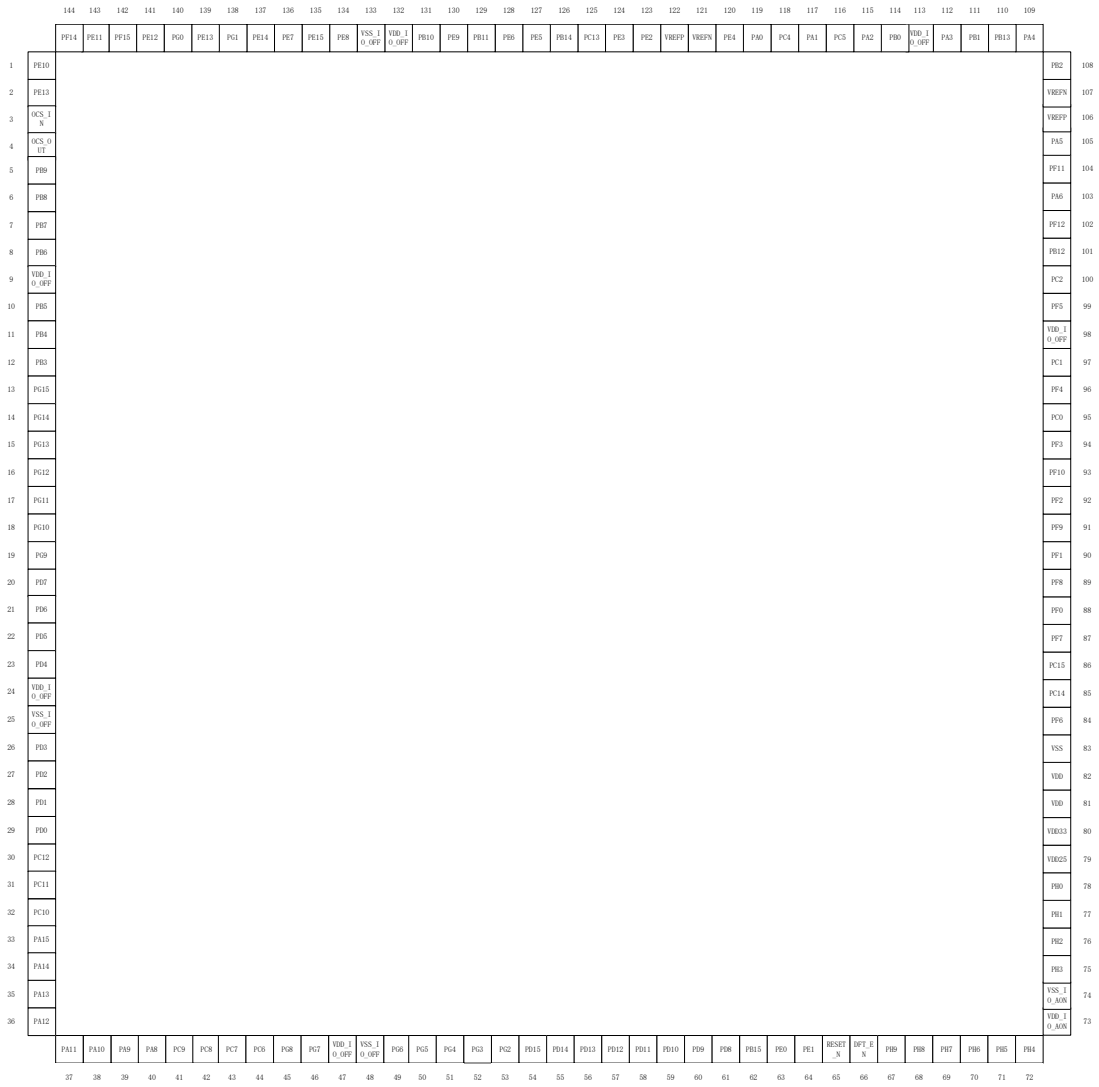
- 汽车领域： BCM 车身控制系统（内外灯光控制、中控锁控制、车窗控制、喇叭控制、后视镜控制等）、电机驱动系统（引擎散热风扇、水泵、高低压压缩机等）

AS32S601ZIT2

- 商业航天：运动控制、信号系统

# 2 引脚定义和功能描述

下图显示 LQFP144 封装逻辑图




## 2.1 LQFP144 引脚定义和功能描述

| 引脚编号 | 引脚名称 | IO 类型 | 默认模式 | 默认功能 | 功能描述 |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PE10 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：HTIM2_CH1N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN8 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 1 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit8 |
| 2 | PF13 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC1_SDA<br>功能 2：HTIM2_CH0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN0 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC1 串行数据线<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 0 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit0 |
| 3 | OSCIN | IO | | | 功能描述：OSC 输入 |
| 4 | OSCOUT | IO | | | 功能描述：OSC 输出 |
| 5 | PB9 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：JTAG_TMS<br>功能 1：NA<br>功能 2：USART6_SCK<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：JTAG 模式选择信号<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：USART6 时钟信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 6 | PB8 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：JTAG_TDI<br>功能 1：NA<br>功能 2：USART6_RTS<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：JTAG 数据输入<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：USART6 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | PB7 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：JTAG_TCK<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：JTAG 时钟输入<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 8 | PB6 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：JTAG_TDO<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：JTAG 数据输出<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 9 | VDD_IO_OFF | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 off 区域 GPIO 电源 |
| 10 | PB5 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：<br>JTAG_RSTN<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：JTAG 复位信号<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 11 | PB4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：<br>FAULT_IN1<br>功能 1：CLK_OUT<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：功能描述安全验证数据输入 bit1<br>功能描述 1：内部时钟选择输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 12 | PB3 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：<br>FAULT_IN0<br>功能 1：<br>HTIM1_CH5N<br>功能 2：<br>SPI1_MISO<br>功能 3：<br>USART5_SCK<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：功能描述安全验证数据输入 bit0<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 5 互补输出<br>功能描述 2：SPI1 主机输入从机输出信号<br>功能描述 3：USART5 时钟信号<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13 | PG15 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH4N<br>功能 2：<br>SPI1_MOSI<br>功能 3：<br>USART5_RTS<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 4 互补输出<br>功能描述 2：SPI1 主机输出从机输入信号<br>功能描述 3：USART5 请求发送（用于流控对端）<br>模拟功能描述：NA |
| 14 | PG14 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH3N<br>功能 2：SPI1_SCK<br>功能 3：<br>USART5_CTS<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 3 互补输出<br>功能描述 2：SPI1 时钟信号<br>功能描述 3：USART5 清除发送信号（用于对端流控）<br>模拟功能描述：NA |
| 15 | PG13 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH2N<br>功能 2：SPI1_CS0<br>功能 3：<br>USART5_RX<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 2 互补输出<br>功能描述 2：SPI1 片选信号 0<br>功能描述 3：USART5 数据接收输入<br>模拟功能描述：NA |
| 16 | PG12 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：<br>功能 1：<br>HTIM1_CH1N<br>功能 2：SPI1_CS1<br>功能 3：<br>USART5_TX<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 1 互补输出<br>功能描述 2：SPI1 片选信号 1<br>功能描述 3：USART5 数据发送输出<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | PG11 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CHON<br>功能 2：SPI1_CS2<br>功能 3：CMP1_O<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 0 互补输出<br>功能描述 2：SPI1 片选信号 2<br>功能描述 3：CMP1_O<br>模拟功能描述：NA |
| 18 | PG10 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH5<br>功能 2：SPI1_CS3<br>功能 3：CMP0_O<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 5 输入或输出<br>功能描述 2：SPI1 片选信号 3<br>功能描述 3：数字比较器 0 bit0 输入<br>模拟功能描述：NA |
| 19 | PG9 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH4<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 4 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 20 | PD7 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH3<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 3 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 21 | PD6 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH2<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 2 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 22 | PD5 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH1<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 1 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 23 | PD4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM1_CH0<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 1 通道 0 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 24 | VDD_IO_OFF | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 off 区域 GPIO 电源 |
| 25 | VSS_IO_OFF | GROUND | | | 功能描述：ground IO，提供 off 区域 GPIO 地 |
| 26 | PD3 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI3_SCK<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 时钟信号<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 27 | PD2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPI3_MISO<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 主机输入从机输出信号<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 28 | PD1 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPI3_MOSI<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 主机输出从机输入信号<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 29 | PD0 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI3_CS3<br>功能 2：NA<br>功能 3：CAN0_RX<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 片选信号 3<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：CAN0 数据接收输入<br>模拟功能描述：NA |
| 30 | PC12 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI3_CS2<br>功能 2：NA<br>功能 3：CAN0_TX<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 片选信号 2<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：CAN0 数据发送输出<br>模拟功能描述：NA |
| 31 | PC11 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI3_CS1<br>功能 2：HTIM5_CH5N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 片选信号 1<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 5 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 32 | PC10 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI3_CS0<br>功能 2：HTIM5_CH4N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI3 片选信号 0<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 4 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 33 | PA15 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART3_SCK<br>功能 2：HTIM5_CH3N<br>功能 3：FIIC2_LRC<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART3 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 3 互补输出<br>功能描述 3：FIIC2 无用信号<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 34 | PA14 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART3_RTS<br>功能 2：HTIM5_CH2N<br>功能 3：FIIC2_SCL<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART3 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 2 互补输出<br>功能描述 3：FIIC2 串行时钟线<br>模拟功能描述：NA |
| 35 | PA13 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：QSPI_DIO3<br>功能 1：USART3_CTS<br>功能 2：HTIM5_CH1N<br>功能 3：FIIC2_SDA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：QSPI_DIO3<br>功能描述 1：USART3 清除发送信号（用于对端流控）<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 1 互补输出<br>功能描述 3：FIIC2 串行数据线<br>模拟功能描述：NA |
| 36 | PA12 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：QSPI_DIO2<br>功能 1：USART3_RX<br>功能 2：HTIM5_CH0N<br>功能 3：SPI5_MISO<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：QSPI_DIO2<br>功能描述 1：USART3 数据接收输入<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 0 互补输出<br>功能描述 3：SPI5 主机输入从机输出信号<br>模拟功能描述：NA |
| 37 | PA11 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：QSPI_DIO1<br>功能 1：USART3_TX<br>功能 2：HTIM5_CH5<br>功能 3：SPI5_MOSI<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：QSPI_DIO1<br>功能描述 1：USART3 数据发送输出<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 5 输入或输出<br>功能描述 3：SPI5 主机输出从机输入信号<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 38 | PA10 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：QSPI_DIO0<br>功能 1：USART2_SCK<br>功能 2：HTIM5_CH4<br>功能 3：SPI5_SCK<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：QSPI_DIO0<br>功能描述 1：USART2 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 4 输入或输出<br>功能描述 3：SPI5 时钟信号<br>模拟功能描述：NA |
| 39 | PA9 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：QSPI_SCK<br>功能 1：USART2_RTS<br>功能 2：HTIM5_CH3<br>功能 3：SPI5_CS3<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：QSPI 时钟信号<br>功能描述 1：USART2 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：SPI5 片选信号 3<br>模拟功能描述：NA |
| 40 | PA8 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：QSPI_CSN<br>功能 1：USART2_CTS<br>功能 2：HTIM5_CH2<br>功能 3：SPI5_CS2<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：QSPI 片选信号 N<br>功能描述 1：USART2 清除发送信号（用于对端流控）<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：SPI5 片选信号 2<br>模拟功能描述：NA |
| 41 | PC9 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART2_TX<br>功能 2：HTIM5_CH0<br>功能 3：SPI5_CS0<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART2 数据发送输出<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 0 输入或输出<br>功能描述 3：SPI5 片选信号 0<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 42 | PC8 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN3_RX<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN3 数据接收输入<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 43 | PC7 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN3_TX<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN3 数据发送输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 44 | PC6 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM7_CH3<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：通用定时器 7 通道 3 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 45 | PG8 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM7_CH2<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：通用定时器 7 通道 2 输入或输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 46 | PG7 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM7_CH1<br>功能 2：SPI4_MISO<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：通用定时器 7 通道 1 输入或输出<br>功能描述 2：SPI4 主机输入从机输出信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 47 | VDD_IO_OFF | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 off 区域 GPIO 电源 |
| 48 | VSS_IO_OFF | GROUND | | | 功能描述：ground IO，提供 off 区域 GPIO 地 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 49 | PG6 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM7_CH0<br>功能 2：SPI4_MOSI<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：通用定时器 7 通道 0 输入或输出<br>功能描述 2：SPI4 主机输出从机输入信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 50 | PG5 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART4_SCK<br>功能 2：SPI4_SCK<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART4 时钟信号<br>功能描述 2：SPI4 时钟信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 51 | PG4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART4_RTS<br>功能 2：SPI4_CS0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART4 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 2：SPI4 片选信号 0<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 52 | PG3 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART4_CTS<br>功能 2：SPI4_CS1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART4 清除发送信号（用于对端流控）<br>功能描述 2：SPI4 片选信号 1<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 53 | PG2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART4_RX<br>功能 2：SPI4_CS2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART4 数据接收输入<br>功能描述 2：SPI4 片选信号 2<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 54 | PD15 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：USART1_TX<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：USART1 数据发送输出<br>模拟功能描述：NA |
| 55 | PD14 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN1_RX<br>功能 2：HTIM0_CH5N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN1 数据接收输入<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 5 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 56 | PD13 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN1_TX<br>功能 2：HTIM0_CH4N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN1 数据发送输出<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 4 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 57 | PD12 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART0_SCK<br>功能 2：HTIM0_CH3N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART0 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 3 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 58 | PD11 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART0_RTS<br>功能 2：HTIM0_CH2N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART0 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 2 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 59 | PD10 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>USART0_CTS<br>功能 2：<br>HTIM0_CH1N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART0 清除发送信号（用于对端流控）<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 1 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 60 | PD9 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>USART0_RX<br>功能 2：<br>HTIM0_CH0N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART0 数据接收输入<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 0 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 61 | PD8 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>USART0_TX<br>功能 2：<br>HTIM0_CH5<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART0 数据发送输出<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 5 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 62 | PB15 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPI0_MISO<br>功能 2：<br>HTIM0_CH4<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 主机输入从机输出信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 4 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 63 | PE0 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：<br>USART6_TX<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：USART6 数据发送输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 64 | PE1 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：USART6_RX<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：USART6 数据接收输入<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 65 | RESET_N | RST | | | 功能描述：热复位 |
| 66 | DFT_EN | IO | | | 功能描述：DFT 测试复位 |
| 67 | PH9 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART2_RX<br>功能 2：HTIM5_CH1<br>功能 3：SPI5_CS1<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART2 数据接收输入<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：SPI5 片选信号 1<br>模拟功能描述：NA |
| 68 | PH8 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：USART4_TX<br>功能 2：SPI4_CS3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：USART4 数据发送输出<br>功能描述 2：SPI4 片选信号 3<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 69 | PH7 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN2_TX<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN2 数据发送输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 70 | PH6 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN2_RX<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN2 数据接收输入<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 71 | PH5 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC3_SCL<br>功能 2：NA<br>功能 3：USART1_SCK<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC3 串行时钟线<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：USART1 时钟信号<br>模拟功能描述：NA |
| 72 | PH4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC3_SDA<br>功能 2：USART1_RTS<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC3 串行数据线<br>功能描述 2：USART1 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 73 | VDD_IO_AON | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 aon 区域 GPIO 电源 |
| 74 | VSS_IO_AON | GROUND | | | 功能描述：ground IO，提供 aon 区域 GPIO 地 |
| 75 | PH3 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC3_LRC<br>功能 2：NA<br>功能 3：USART1_CTS<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC3 无用信号<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：USART1 清除发送信号（用于对端流控）<br>模拟功能描述：NA |
| 76 | PH2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：USART1_RX<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：USART1 数据接收输入<br>模拟功能描述：NA |
| 77 | PH1 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：BOOT1<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：BOOT1<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 78 | PH0 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：BOOT0<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：NA | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：BOOT0<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：NA |
| 79 | VDD25 | REFN | | | 电源控制模块 2.5V 输出 |
| 80 | VDD33 | REFP | | | 电源控制模块 3.3V 输出 |
| 81 | VDD | POWER | | | 功能描述:power IO，提供 PMB/RTC 电源（详见芯片设计手册 4.3.2 电源结构图） |
| 82 | VDD | POWER | | | 功能描述:power IO，提供 PMB/RTC 电源（详见芯片设计手册 4.3.2 电源结构图） |
| 83 | VSS | GROUND | | | 功能描述:ground IO，提供 PMB/RTC 地 |
| 84 | PF6 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_FR1<br>功能 1：MAC_RXD2<br>功能 2：HTIM5_CH4<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC0_IN8 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_FR1<br>功能描述 1：MAC 数据接收输入 bit2<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 4 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit8 |
| 85 | PC14 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_RST<br>功能 1：MAC_TXD3<br>功能 2：TIM4_CH0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC0_IN0 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_RST<br>功能描述 1：MAC 数据发送输出 bit3<br>功能描述 2：通用定时器 4 通道 0 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 86 | PC15 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_TMSC0<br>功能 1：<br>MAC_RXCLK<br>功能 2：TIM4_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN1 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB 模式选择信号 C0<br>功能描述 1：MAC 数据接收输入时钟<br>功能描述 2：通用定时器 4 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit1 |
| 87 | PF7 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_FR2<br>功能 1：MAC_RXD3<br>功能 2：<br>HTIM5_CH5<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN9 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_FR2<br>功能描述 1：MAC 数据接收输入 bit3<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 5 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit9 |
| 88 | PF0 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_TMSC1<br>功能 1：<br>MAC_RXCOL<br>功能 2：TIM4_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN2 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB 模式选择信号 C1<br>功能描述 1：MAC collision detected 信号<br>功能描述 2：通用定时器 4 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit2 |
| 89 | PF8 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_FR3<br>功能 1：MAC_MDC<br>功能 2：<br>HTIM5_CHON<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN10 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_FR3<br>功能描述 1：MAC 管理时钟输入<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 0 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit10 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 90 | PF1 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_TMSC2<br>功能 1：<br>MAC_RXCRS<br>功能 2：TIM4_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN3 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB 模式选择信号 C2<br>功能描述 1：MAC 数据接收端 Carrier Sense 信号<br>功能描述 2：通用定时器 4 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit3 |
| 91 | PF9 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_FR4<br>功能 1：MAC_MDIO<br>功能 2：<br>HTIM5_CH1N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN11 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_FR4<br>功能描述 1：MAC 管理数据 IO 口<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 1 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit11 |
| 92 | PF2 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_TMSC3<br>功能 1：MAC_RXER<br>功能 2：<br>HTIM5_CH0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN4 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB 模式选择信号 C3<br>功能描述 1：MAC 数据接收错误信号<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 0 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit4 |
| 93 | PF10 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM3_CH0<br>功能 2：<br>HTIM5_CH2N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN12 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 3 通道 0<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 2 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit12 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 94 | PF3 | GPIO | OOD | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_TMSC4<br>功能 1：MAC_RXDV<br>功能 2：<br>HTIM5_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN5 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB 模式选择信号 C4<br>功能描述 1：MAC 数据接收有效信号<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit5 |
| 95 | PC0 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM3_CH1<br>功能 2：<br>HTIM5_CH3N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN13 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 3 通道 1<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 3 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit13 |
| 96 | PF4 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_MS<br>功能 1：MAC_RXD0<br>功能 2：<br>HTIM5_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN6 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_MS<br>功能描述 1：MAC 数据接收输入 D0<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit6 |
| 97 | PC1 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM3_CH2<br>功能 2：<br>HTIM5_CH4N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN14 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 3 通道 2<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 4 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit14 |
| 98 | VDD_IO_OFF | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 off 区域 GPIO 电源 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 99 | PF5 | GPIO | OPP | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_FRO<br>功能 1：MAC_RXD1<br>功能 2：<br>HTIM5_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN7 | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB_FRO<br>功能描述 1：MAC 数据接收输入 bit1<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit7 |
| 100 | PC2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM3_CH3<br>功能 2：<br>HTIM5_CH5N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_IN15 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 3 通道 3<br>功能描述 2：高级定时器 5 通道 5 反互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC0 数据输入 bit15 |
| 101 | PB12<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS0<br>功能 2：<br>HTIM0_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 0<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>ADC0_VREFBI |
| | PB12<br>(V1.1) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS0<br>功能 2：<br>HTIM0_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC0_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 0<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>NA |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 102 | PF12 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CMP1_O<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN15 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：数字比较器 1 bit0 输入<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit15 |
| 103 | PA6 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH1N<br>功能 2：<br>USART7_TX<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN7 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 1 互补输出<br>功能描述 2：USART7 数据发送输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit7 |
| 104 | PF11 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CMP0_O<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN14 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：数字比较器 0 bit0 输入<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit14 |
| 105 | PA5 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH0N<br>功能 2：<br>SPI2_MISO<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN6 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 0 互补输出<br>功能描述 2：SPI2 主机输入从机输出信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit6 |
| 106 | VREFP | POWER | | | 模拟 IP 的正参考电压 |
| 107 | VREFN | POWER | | | 模拟 IP 的负参考电压 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 108 | PB2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN0_RX<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN13 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN0 数据接收输入<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit13 |
| 109 | PA4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH5<br>功能 2：<br>SPI2_MOSI<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN5 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 5 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 主机输出从机输入信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit5 |
| 110 | PB13<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_SCK<br>功能 2：<br>HTIM0_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>ADC1_VREFBI |
| | PB13<br>(V1.1) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_SCK<br>功能 2：<br>HTIM0_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 时钟信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>NA |
| 111 | PB1 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：CAN0_TX<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN12 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：CAN0 数据发送输出<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit12 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 112 | PA3 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH4<br>功能 2：SPI2_SCK<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN4 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 4 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 时钟信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit4 |
| 113 | VDD_IO_OFF | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 off 区域 GPIO 电源(模拟信号 IO 电源) |
| 114 | PB0 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH5N<br>功能 2：<br>USART7_SCK<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN11 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 5 互补输出<br>功能描述 2：USART7 时钟信号<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit11 |
| 115 | PA2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH3<br>功能 2：SPI2_CS3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN3 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 3 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 片选信号 3<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit3 |
| 116 | PC5 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH4N<br>功能 2：<br>USART7_RTS<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN10 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 4 互补输出<br>功能描述 2：USART7 请求发送（用于流控对端）<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit10 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 117 | PA1 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH2<br>功能 2：SPI2_CS2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN2 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 2 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 片选信号 2<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit2 |
| 118 | PC4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH3N<br>功能 2：<br>USART7_CTS<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN9 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 3 互补输出<br>功能描述 2：USART7 清除发送信号（用于对端流控）<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit9 |
| 119 | PA0 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH1<br>功能 2：SPI2_CS1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN1 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 1 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 片选信号 1<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit1 |
| 120 | PE4 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：MAC_TXEN<br>功能 2：TIM6_CH0<br>功能 3：<br>FIIC0_LRC<br>模拟功能：<br>DAC0_OUT | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：MAC 数据发送输出 EN<br>功能描述 2：定时器 6 通道 0 输入或输出<br>功能描述 3：FIIC0 无用信号<br>模拟功能描述：DAC0_OUT |
| 121 | PA7<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH2N<br>功能 2：<br>USART7_RX | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 2 互补输出<br>功能描述 2：USART7 数据接收输入 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN8 | 功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit8 |
| | PA7<br>(V1.1) | VREFN | POWER | | 模拟 IP 的负参考电压 |
| 122 | PC3<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>HTIM0_CH0<br>功能 2：SPI2_CS0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC1_IN0 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：高级定时器 0 通道 0 输入或输出<br>功能描述 2：SPI2 片选信号 0<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC1 数据输入 bit0 |
| | PC3<br>(V1.1) | VREFP | POWER | | 模拟 IP 的正参考电压 |
| 123 | PE2 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>MAC_TXCLK<br>功能 2：<br>USART6_CTS<br>功能 3：<br>FIIC0_SDA<br>模拟功能：<br>CMP0_P | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：MAC 数据发送时钟<br>功能描述 2：USART6 清除发送信号（用于对端流控）<br>功能描述 3：FIIC0 串行数据线<br>模拟功能描述：CMP0_P |
| 124 | PE3 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：MAC_TXER<br>功能 2：<br>FIIC0_SCL<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>CMP0_N | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：MAC 数据发送错误信号<br>功能描述 2：FIIC0 串行时钟线<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：CMP0_N |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 125 | PC13 | GPIO | IF | 默认功能：功能 0<br>功能 0：FB_TCK<br>功能 1：MAC_TXD2<br>功能 2：TIM6_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>DAC1_OUT | 默认功能描述：功能描述 0<br>功能描述 0：FB 时钟输入<br>功能描述 1：MAC 数据发送输出 bit2<br>功能描述 2：通用定时器 6 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：DAC1_OUT |
| 126 | PB14<br>(V1.0) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPI0_MOSI<br>功能 2：<br>HTIM0_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 主机输出从机输入信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>ADC2_VREFBI |
| | PB14<br>(V1.1) | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：<br>SPI0_MOSI<br>功能 2：<br>HTIM0_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_VREFBI | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 主机输出从机输入信号<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：<br>NA |
| 127 | PE5 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：MAC_TXD0<br>功能 2：TIM6_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>CMP1_P | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：MAC 数据发送输出 bit0<br>功能描述 2：通用定时器 6 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：模拟比较器正向输入 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 128 | PE6 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：MAC_TXD1<br>功能 2：TIM6_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>CMP1_N | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：MAC 数据发送输出 bit1<br>功能描述 2：通用定时器 6 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：模拟比较器互补输出 |
| 129 | PB11 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS1<br>功能 2：<br>HTIM0_CH0<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_IN15 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 1<br>功能描述 2：高级定时器 0 通道 0 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit15 |
| 130 | PE9 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：<br>HTIM2_CH0N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_IN7 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 0 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit7 |
| 131 | PB10 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS2<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：<br>ADC2_IN14 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 2<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit14 |
| 132 | VDD_IO_OFF | POWER | | | 功能描述：power IO，提供 off 区域 GPIO 电源(模拟信号 IO 电源) |
| 133 | VSS_IO_OFF | GROUND | | | 功能描述：ground IO，提供 off 区域 GPIO 地(模拟信号 IO 地) |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 134 | PE8 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC0_LRC<br>功能 2：HTIM2_CH5<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN6 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC0 无用信号<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 5<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit6 |
| 135 | PE15 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：SPI0_CS3<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN13 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：SPI0 片选信号 3<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit13 |
| 136 | PE7 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC0_SCL<br>功能 2：HTIM2_CH4<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN5 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC0 串行时钟线<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 4 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit5 |
| 137 | PE14 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM6_CH3<br>功能 2：HTIM2_CH5N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN12 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 6 通道 3<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 5 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit12 |
| 138 | PG1 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC0_SDA<br>功能 2：HTIM2_CH3<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN4 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC0 串行数据线<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 3 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 139 | PE13 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM6_CH2<br>功能 2：HTIM2_CH4N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN11 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 6 通道 2<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 4 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit11 |
| 140 | PG0 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC1_LRC<br>功能 2：HTIM2_CH2<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN3 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC1 无用信号<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 2 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit3 |
| 141 | PE12 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM6_CH1<br>功能 2：HTIM2_CH3N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN10 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 6 通道 1 输入或输出<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 3 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit10 |
| 142 | PF15 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：FIIC1_SCL<br>功能 2：HTIM2_CH1<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN2 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：FIIC1 串行时钟线<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 1 输入或输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 143 | PE11 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：TIM6_CH0<br>功能 2：HTIM2_CH2N<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN9 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：定时器 6 通道 0 输入或输出<br>功能描述 2：高级定时器 2 通道 2 互补输出<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit9 |
| 144 | PF14 | GPIO | IF | 默认功能：GPIO<br>功能 0：NA<br>功能 1：NA<br>功能 2：NA<br>功能 3：NA<br>模拟功能：ADC2_IN1 | 默认功能描述：GPIO<br>功能描述 0：NA<br>功能描述 1：NA<br>功能描述 2：NA<br>功能描述 3：NA<br>模拟功能描述：ADC2 数据输入 bit1 |

说明：

1. IF 输入浮空
2. OOD 漏极开路输出
3. GPIO 通用 IO 接口
4. OOP 推挽输出
5. POWER 电源
6. GROUND 地
7. 芯片内部不区分数字和模拟地。

# 3 电气特性

## 3.1 绝对最大额定值(1)(2)

最大额定值是器件可承受且不会造成永久性损坏的极限值。需注意，器件在超过最大额定值时不保证能正常工作。长期处于绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

| 符号 | 参数 | 最小 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| $V_{DD}$(3) | 外部电压范围 | $V_{SS}$ - 0.2 | $V_{SS}$ +3.63 | V |
| $V_{IN}$(3) | 5V 电源引脚的电压范围 | $V_{SS}$ - 0.2 | Vss + 5.5 | V |
| | 其他 I/O 的电压范围 | $V_{SS}$ - 0.2 | 3.63 | V |
| $\|\Delta V_{DDx}\|$(3) | 不同 Vdd 引脚的电压偏差 | — | 20 | mV |
| $\|V_{SSx} - V_{SS}\|$(3) | 不同 Vss 引脚的电压偏差 | — | 0 | mV |
| $I_{IO}$(3) | GPIO 引脚最大电流 | — | 20 | mA |
| $T_A$(4) | 工作温度范围 | -40 | +125 | °C |
| $T_{STG}$(4) | 存储温度范围 | -65 | +150 | °C |
| $T_J$(4) | 最大结温 | — | 150 | °C |

说明：

(1) 所有主电源和地引脚都应连接到符合允许电压范围的外部电源。

(2) VIN 输入 3.3V。

(3) 以上数据都是基于芯片实测数据。

(4) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

## 3.2 工作条件特性

**直流工作条件**（3.3V 供电）

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小(1) | 典型 | 最大(1) | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{DD}$ | 供电电压 | — | 2.97 | 3.3 | 3.63 | V |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

**时钟频率(1)**

| 符号 | 参数 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| $F_{CORE}$ | 内核时钟频率 | — | — | 180 | MHz |
| $F_{AXI1}$ | AXI1 时钟频率 | — | — | 90 | MHz |
| $F_{AXI3}$ | AXI3 时钟频率 | — | — | 90 | MHz |
| $F_{AXILite0}$ | AXILite0 时钟频率 | — | — | 180 | MHz |
| $F_{AXILite1}$ | AXILite1 时钟频率 | — | — | 90 | MHz |
| $F_{AXILite2}$ | AXILite2 时钟频率 | — | — | 90 | MHz |
| $F_{APB0}$ | APB0 时钟频率 | — | — | 45 | MHz |
| $F_{APB1}$ | APB1 时钟频率 | — | — | 45 | MHz |
| $F_{CAN}$ | CAN 时钟频率 | — | — | 80 | MHz |
| $F_{ADC}$ | ADC 时钟频率 | — | — | 45 | MHz |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $F_{DAC}$ | DAC 时钟频率 | — | — | 45 | MHz |

(1) 基于设计保证。

**启动时间参数 (1)(2)(3)**

| 符号 | 参数 | 条件 | 典型 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| $t_{start-up}$ | 启动时间 | 时钟源为内部 OSC | 2043 | μs |

(1) 基于设计保证，不在量产中进行测试。

(2) 上电后，启动时间是指 POR 上升沿变为高电平与 启动函数中第一个 I/O 指令执行之间的时间。

(3) PLL 为关闭状态。

**低功耗模式唤醒时间特性 (1)(2)**

| 符号 | 参数 | 典型 | 单位 |
|---|---|---|---|
| $t_{Power-saving}$ | 从省电模式唤醒 | 0.43 | μs |
| $t_{Sleep}$ | 从睡眠模式唤醒 | 361 | μs |
| $t_{Deep-sleep}$ | 从深度睡眠模式唤醒 | 443 | μs |

(1) 基于设计保证，不在量产中进行测试。

(2) 唤醒时间从唤醒事件开始测量，直到应用程序代码读取第一条指令为止，测量条件如下：VDD =3.3V， 系统时钟 = 16 MHz。

## 3.3 功耗

表格中指定的功耗数据表示代码和数据从片上 Flash 执行时的测量值，其执行条件如下所述。

3.3V 供电(1)(2)(3)

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小 | 典型(1) | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_{DD}+I_{DDIO}$ | 供电电流 (运行模式) | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 180 MHz, 使能所有外设模块 | — | 165 | — | mA |
| | | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 180 MHz, 禁用所有外设模块 | — | 135 | — | mA |
| | | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 160 MHz, 使能所有外设模块 | — | 148 | — | mA |
| | | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 160 MHz, 禁用所有外设模块 | — | 123 | — | mA |
| | | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 120 MHz, 使能所有外设模块 | — | 113 | — | mA |
| | | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 120 MHz, 禁用所有外设模块 | — | 93 | — | mA |
| | | $V_{DD} = V_{DDIO}$ = 3.3 V, 内核时钟 = 108 MHz, | — | 103 | — | mA |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 使能所有外设模块 | | | | |
| | | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V,<br>内核时钟 = 108 MHz,<br>禁用所有外设模块 | — | 85 | — | mA |
| | | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V,<br>内核时钟 = 96 MHz,<br>使能所有外设模块 | — | 92 | — | mA |
| | | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V,<br>内核时钟 = 96 MHz,<br>禁用所有外设模块 | — | 75 | — | mA |
| | | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V,<br>内核时钟 = 16 MHz,<br>使能所有外设模块 | — | 19 | — | mA |
| | | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V,<br>内核时钟 = 16 MHz,<br>禁用所有外设模块 | — | 15 | — | mA |
| | 供电电流<br>(睡眠模式) | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V | — | 8 | — | mA |
| | 供电电流<br>(深度睡眠模式) | $V_{DD}$ = $V_{DDIO}$ = 3.3 V | — | 0.3 | — | mA |

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。

(2) 除非另有说明，所有数值均在 TA = 25 ℃ 条件下给出，测试结果为平均值。

(3) 外设处在 IDLE 模式，没有收发数据操作，CPU 核没有运行指令。

## 3.4 电源监控特性(1)

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{LVD_RTC}$(1) | RTC 欠压检测 | ADJ_BOD<4:0> = 00000 | — | 2.4 | — | V |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 00001 | — | 2.5 | — | |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 00010 | — | 2.6 | — | |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 11110 | — | 5.4 | — | |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 11111 | — | 5.5 | — | |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{LVD_PMB}$(1) | PMB 欠压检测 | ADJ_BOD<4:0> = 00000 | — | 2.4 | — | V |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ADJ_BOD<4:0> = 00001 | — | 2.5 | — | |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 00010 | — | 2.6 | — | |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 11110 | — | 5.4 | — | |
| | | ADJ_BOD<4:0> = 11111 | — | 5.5 | — | |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

## 3.5 电器敏感特性(1)(2)

为确定器件在电敏感度方面的性能，需对其进行应力测试。将静电放电（ESD）直接施加到样品引脚上，静态闩锁（LU）测试基于两种测量方法开展。

| 符号 | 参数 | 条件 | | 等级 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VESD(HBM) (3) | 静电放电电压（人体模型） | $T_A$ = 25 °C, LQFP144, Zap 3 pulse, Zap Interval = 500 ms | | 等级 2 | — | — | ±2000 | V |
| VESD(CDM) (4) | 静电放电电压（带电器件模型） | 除边角引脚外的所有引脚 | $T_A$ = 25 °C, LQFP144 | 等级 C2A | — | — | ±500 | V |
| | | 边角引脚 | | | — | — | ±500 | V |
| LU (5) | I-测试 | $T_A$ = 125 °C, LQFP144 | | | — | — | ±200 | mA |
| | $V_{supply}$ 超过电压值 | $T_A$ = 125 °C, LQFP144 | 5V 芯片 | | — | — | 7 | V |
| | | | 3.3V 芯片 | 等级 II A | — | — | 4.5 | V |

(1) 所有 ESD 测试均符合汽车级集成电路 AEC-Q100 应力测试认证标准。

(2) 设备失效定义为：“若器件在经受 ESD 脉冲受试后，未能满足器件规格要求——包括完整的常温及高温环境下直流参数测试与功能测试”。

(3) 本参数测试符合 AEC-Q100-002E 标准。

(4) 本参数测试符合 AEC-Q100-011D 标准。

(5) 本参数测试符合 AEC-Q100-004D 标准。

## 3.6 内部时钟参数

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 校准前的 FIRC 16M 时钟 | $f_{FIRCUT}CC$ | — | 16.84 | — | MHz | |
| 校准后的 FIRC 16M 时钟 | $f_{FIRCT}CC$ | 11.592 | 16 | 25 | MHz | |

## 3.7 PMB 参数(1)

供电参数

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 输入电压范围(1) | $V_{INSR}$ | 2.7 | 3.3 | 5.5 | V | |
| 校准前的内部 3.3V LDO 输出电压（含负载）(2) | $V_{O33UT}$ | - | 3.29 | - | V | |
| 校准后的内部 3.3V LDO 输出电压（含负载）(2) | $V_{O33T}$ | 3.28 | 3.30 | - | V | |
| 内部 3.3V LDO 输出最大电流(1) | $I_{O33M}$ | 150 | - | - | mA | |
| 内部 3.3V LDO 负载调整率(1) | $\Delta V_{O33LD}$ | - | - | 0.2 | V/A | |
| 内部 3.3V LDO 线性调整率(1) | $\Delta V_{O33LI}$ | - | - | 16 | mV/V | |
| 校准前的内部 1.2V LDO 输出电压（含负载）(1) | $V_{O12UT}$ | - | - | - | V | |
| 校准后的内部 1.2V LDO 输出电压（含负载）(1) | $V_{O12T}$ | - | - | - | V | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 内部主 1.2V LDO 输出最大电流(1) | $I_{O12M}$ | 600 | - | - | mA | |
| 内部主 1.2V LDO 负载调整率(1) | $\Delta V_{O12LD}$ | - | - | 80 | mV/A | |
| 内部主 1.2V LDO 线性调整率(1) | $\Delta V_{O12LI}$ | - | - | 15 | mV/V | |
| 校准前的内部 2.5V LDO 输出电压（含负载）(2) | $V_{O25UT}$ | - | 2.39 | — | V | |
| 校准后的内部 2.5V LDO 输出电压（含负载）(2) | $V_{O25T}$ | 2.38 | 2.40 | | V | |
| 内部 2.5V LDO 输出最大电流(1) | $I_{O25M}$ | 100 | - | - | mA | |
| 内部 2.5V LDO 负载调整率(1) | $\Delta V_{O25LD}$ | - | - | 0.125 | V/A | |
| 内部 2.5V LDO 线性调整率(1) | $\Delta V_{O25LI}$ | - | - | 20 | mV/V | |
| 内部备份 1.2V LDO 输出最大电流(1) | $I_{BKM}$ | 5 | - | - | mA | |
| 内部备份 1.2V LDO 负载调整率(1) | $\Delta V_{BKLD}$ | - | - | 0.8 | V/A | |
| 内部备份 1.2V LDO 线性调整率(1) | $\Delta V_{BKLI}$ | - | - | 10 | mV/V | |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

(2) 以上数据都是基于芯片实测数据。

供电监控参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 主 1.2V LDO 监控欠压阈值 | $V_{RST12}$ | 0.85 | 0.95 | 1.05 | V | |
| 备份 1.2V LDO 监控欠压阈值（POR） | $V_{RSTBK}$ | - | 1.6 | - | V | |
| 3.3V LDO 监控欠压阈值 | $V_{RST33}$ | 1.98 | 2.2 | 2.42 | V | |
| 2.5V LDO 监控欠压阈值 | $V_{RST25}$ | 1.8 | 2.0 | 2.2 | V | |
| LVR 监控欠压阈值 | $V_{LVR}$ | - | 2.6 | - | V | |

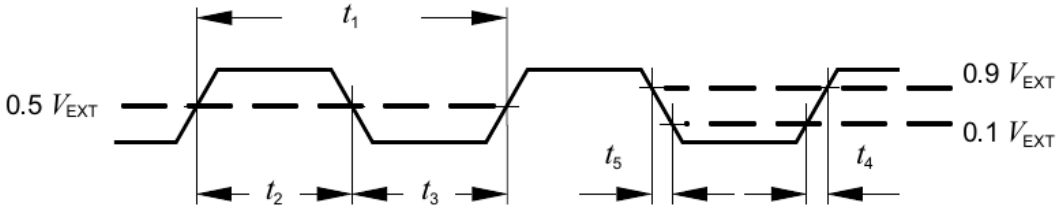
(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

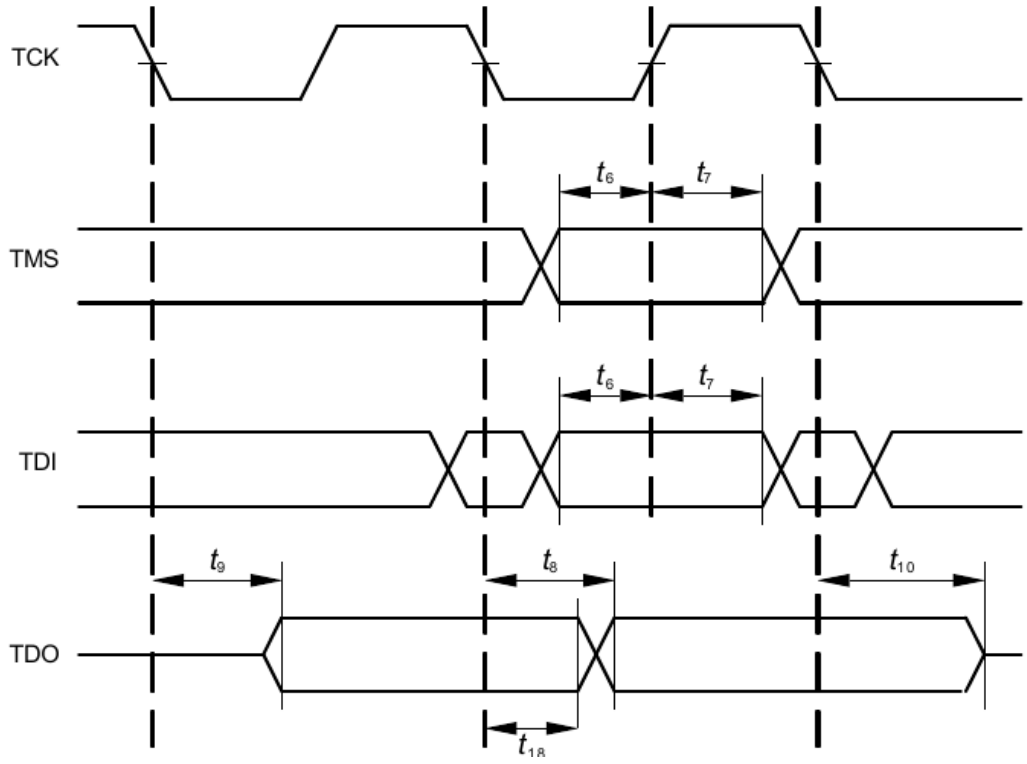
## 3.8 JTAG 参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| TCK 时钟周期 | $t_{1SR}$ | 41.6 | - | 31250 | ns | 频率（32K~24MHZ） |
| TCK 高持续时间 | $t_{2SR}$ | 22 | - | 15350 | ns | |
| TCK 低持续时间 | $t_{3SR}$ | 15 | - | 19 | ns | |
| TCK 时钟上升时间 | $t_{4SR}$ | 10 | - | 11 | ns | |
| TCK 时钟下降时间 | $t_{5SR}$ | 10 | - | 11 | ns | |
| TDI/TMS 在 TCK 上升沿之前的建立时间 | $t_{6SR}$ | 14 | - | 15000 | ns | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TDI/TMS 在 TCK 上升沿之后的保持时间 | $t_{7SR}$ | 14 | - | 15000 | ns | |
| TDO 在 TCK 下降沿之后的有效时间 | $t_{8CC}$ | | - | - | ns | |
| | | 30 | | 16000 | ns | |
| TDO 在 TCK 下降沿之后的保持时间 | $t_{1R}$ | 13 | - | - | ns | |
| TDO 在 TCK 下降沿后数据有效的时间 | $t_{9CC}$ | 18 | - | 16000 | ns | |
| TDO 在 TCK 下降沿后数据有效到无效的时间 | $t_{10CC}$ | 13 | - | 72 | ns | |

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。






## 3.9 ADC 参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| Power Supply | | | | | | |
| 模拟供电电压 | AVD | 1.62 | 3.3 | 3.63 | V | |
| 数字供电电压 | VDD | 1.08 | 1.2 | 1.32 | V | |
| 模拟参考电压（正参考） | VREFP | 2.487 | 2.500 | 2.513 | V | |
| | | 1.990 | 2.000 | 2.010 | V | |
| | | 1.492 | 1.500 | 1.508 | V | |
| 模拟参考电压（负参考） | VREFN | 0 | 0 | 0 | V | |
| SAR ADC | | | | | | |
| 分辨率 | | 12 | | | bit | |
| 采样率 | Fs | — | 1 | 2 | MHz | |
| ADC 转换时间 | Tc | 20 | — | 657 | 1/Fadc_clock | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ADC 采样时间 | Tsamp | 3 | — | 640 | 1/Fadc_clock | |
| ADC 输入阻抗 | | — | 200 | 2K | Ω | |
| ADC 输入电容 | | — | — | 15 | pF | |
| ENOB | @AVD=2.7V~3.63V, VREFP=2.5V, 10KHz@2Msps | — | 10.2 | — | bit | |
| | @AVD=2.7V~3.63V, VREFP=3.3V, 10KHz@2Msps | — | 7.4 | — | bit | |
| | @AVD=2.2V~2.6V, VREFP=2.0V, 10KHz@2Msps | — | 9.8 | — | bit | |
| | @AVD=2.7V~3.63V, VREFP=2.5V, 10KHz@1Msps | — | 10.5 | — | bit | |
| | @AVD=2.7V~3.63V, VREFP=3.3V, 10KHz@1Msps | — | 7.2 | — | bit | |
| | @AVD=2.2V~2.6V, VREFP=2.0V, 10KHz@1Msps | — | 10.1 | — | bit | |
| | @AVD=2.7V~3.63V, VREFP=1.5V, 10KHz@300Ksps | — | 9 | — | bit | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | @AVD=2.2V~2.6V, VREFP=1.5V, 10KHz@300Ksps | — | 8.6 | — | bit | |
| | @AVD=1.8V~2.1V, VREFP=1.5V, 10KHz@150Ksps | — | 8 | — | bit | |
| | @AVD=1.62V~1.75V, VREFP=1.5V, 1KHz@50Ksps | — | 6.5 | — | bit | |
| INL | @1Msps | — | ±2 | — | LSB | |
| | @2Msps | — | ±2.2 | — | LSB | |
| DNL | @1Msps | — | ±1 | — | LSB | |
| SNDR | @fin=10KHz/1Msps | — | 45.1 | — | dB | |
| | @fin=10KHz/2Msps | — | 46.1 | — | dB | |
| THD | @fin=10KHz/1Msps | — | -27.8 | — | dB | |
| | @fin=10KHz/2Msps | — | -28.4 | — | dB | |
| Offset error | @1Msps | — | ±3 | — | LSB | |
| Gain error | @1Msps | — | ±3 | — | LSB | |
| SAR 输入范围 | | VREFN | — | VREFP | V | |
| Temmperature Sensor | | | | | | |
| 检测温度范围 | | 40 | — | 125 | ℃ | |
| 检测温度精度（-40~125℃） | @1Msps AVD=2.7V~3.63V, VREFP=2.5V | — | ±2.0 | — | ℃ | |
| | @1Msps AVD=2.7V~3.6 | — | ±2.5 | — | ℃ | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3V, VREFP=2.0V | | | | | |
| | @1Msps AVD=2.2V~2.6V, VREFP=2.0V | — | ±3 | — | ℃ | |
| | @1Msps AVD=2.2V~2.6V, VREFP=2.0V | — | ±3.5 | — | ℃ | |
| | @150Ksps AVD=2.2V~2.6V, VREFP=1.5V | — | ±3.5 | — | ℃ | |
| | @150Ksps AVD=1.8V~2.1V, VREFP=1.5V | — | ±4 | — | ℃ | |
| | @50Ksps AVD=1.62V~1.75V, VREFP=1.5V | — | ±5 | — | ℃ | |
| 输出电压斜率与温度的关系 | ADJ_TD_GA=1000 | — | 6 | — | mV/℃ | |
| 输出偏移 Vos | Temp=0 ℃ | — | 1.1 | — | V | |
| Power | | | | | | |
| 模拟功耗（无负载） | Only SAR work @2Msps（AVD+VREFP） | — | 1.1 | — | mA | |
| | Only SAR work @1Msps（AVD+VREFP） | — | 0.9 | — | mA | |
| | Built-in reference | — | 0.04 | — | mA | |
| | Only Temperature Sensor work | — | 0.3 | — | mA | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | VR_EX Buffer | — | 0.12 | — | mA | |
| 数字功耗（无负载） | Normal work@1Msps | — | 50 | — | μA | |
| 待机电流 | Digital lose power or ADC_EN=0 EN_VREFBI=0 @25℃ | — | 100 | — | nA | |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

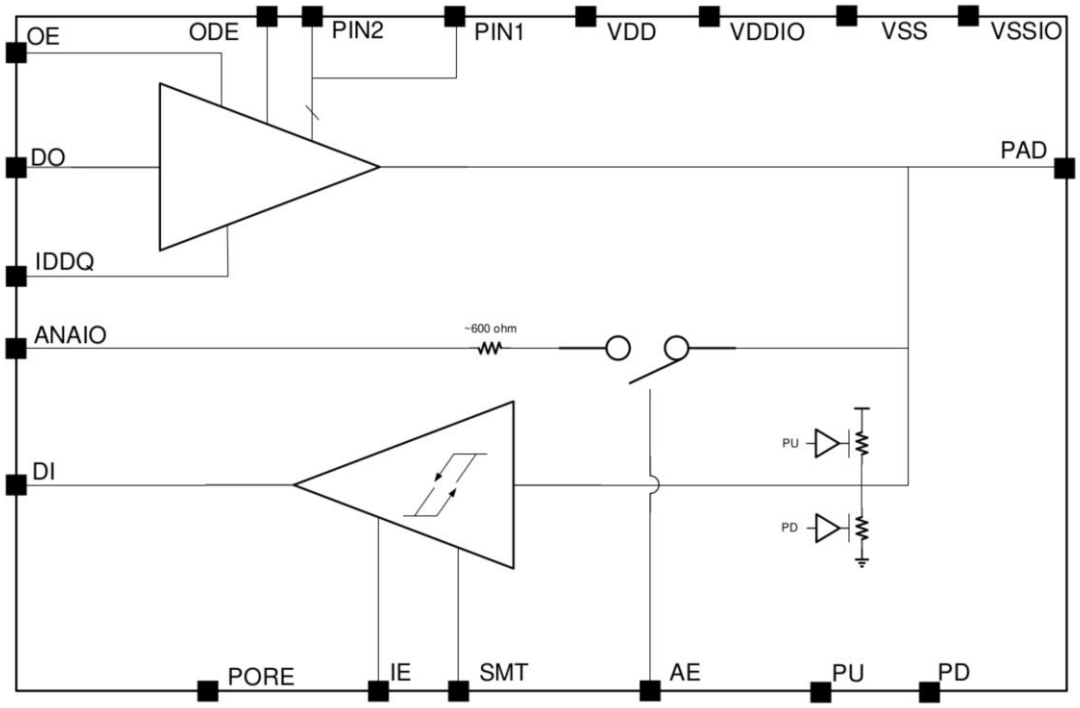
## 3.10 DAC 参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| DAC 分辨率 | BITS | - | 8 | - | Bits | |
| 电阻性负载 | $R_{LOAD}$ | 10 | - | - | KΩ | |
| VOUT 负载电容 | $C_{LOAD}$ | | | 50 | pF | |
| DACO 输出范围 | $V_{DACO}$ | 0.015 | - | AVD-0.015 | V | |
| 输出电压建立时间 | $T_{SET}$ | - | - | 1 | us | |
| DAC 稳定时间 | $T_{PU}$ | - | - | 15 | us | |
| 积分非线性误差 | INL | - | ±2 | - | LSB | |
| 差分非线性误差 | DNL | - | ±1 | - | LSB | |
| DAC 偏移误差 | $V_{OS}$ | -25 | 10 | 25 | mV | |
| 增益错误 | Gain Error | -1.5 | | +1.5 | % | |
| 最大工作频率 | $F_{MAX}$ | 1 | - | - | MHz | |
| 无负载电流 | $I_Q$ | - | 0.84 | - | mA | |
| 掉电电流 | $I_{PD}$ | - | 100 | - | nA | |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

## 3.11 GPIO 参数

GPIO 的原理示意图如下图所示：




3.3V 芯片 GPIO DC 参数(1)

绝对最大额定值

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 模拟供电 | $V_{DDIO}$ | 2.97 | 3.3 | 3.63 | V | |
| 核供电电压 | $V_{DD}$ | 1.08 | 1.2 | 1.32 | V | |

推荐操作条件

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 模拟供电 | $V_{DDIO}$ | 2.97 | 3.3 | 3.63 | V | |
| 核供电电压 | $V_{DD}$ | 1.08 | 1.2 | 1.32 | V | |

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 低电平输入电压 | $V_{IL}$ | - | - | 1.2 | V | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 高电平输入电压 | $V_{IH}$ | 1.5 | - | - | V | |
| 低电平输出电压 | $V_{OL}$ | - | - | 0.5 | V | |
| 高电平输出电压 | $V_{OH}$ | $V_{DDIO}$-0.5 | | | V | |
| 输入上拉电阻 | $R_{PU}$ | - | 48 | - | KΩ | |
| 输入下拉电阻 | $R_{PD}$ | - | 48 | - | KΩ | |
| 模拟模式电阻 | $R_{ANA}$ | - | 50 | - | Ω | |
| 输入漏电电流 | IIn | -10 | - | +10 | uA | |
| 输出漏电电流 | IIO | -10 | - | +10 | uA | |
| IO 驱动模式 | | | 4.5 | | mA | |
| IO 驱动模式 | | | 9 | | mA | |
| IO 驱动模式 | | | 13.5 | | mA | |
| IO 驱动模式 | | | 18 | | mA | |

5V 芯片 GPIO DC 参数(1)

绝对最大额定值

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 模拟供电 | $V_{DDIO}$ | 2.97 | 3.3 | 5.5 | V | |
| 核供电电压 | $V_{DD}$ | 1.08 | 1.2 | 1.32 | V | |

推荐操作条件

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 模拟供电 | $V_{DDIO}$ | 2.97 | 3.3 | 5.5 | V | |
| 核供电电压 | $V_{DD}$ | 1.08 | 1.2 | 1.32 | V | |

电器特性

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 低电平输入电压 | $V_{IL}$ | - | - | 1.7 | V | |
| 高电平输入电压 | $V_{IH}$ | 2.0 | - | - | V | |
| 低电平输出电压 | $V_{OL}$ | - | - | 0.75 | V | |
| 高电平输出电压 | $V_{OH}$ | $V_{DDIO}$-0.75 | | | V | |
| 输入上拉电阻 | $R_{PU}$ | - | 48 | - | KΩ | |
| 输入下拉电阻 | $R_{PD}$ | - | 48 | - | KΩ | |
| 模拟模式电阻 | $R_{ANA}$ | 0.34 | 0.6 | 2 | KΩ | |
| 输入漏电电流 | IIn | -10 | - | +10 | uA | |
| 输出漏电电流 | IIO | -10 | - | +10 | uA | |
| IO 驱动模式 | | | 4.5 | | mA | |
| IO 驱动模式 | | | 9 | | mA | |
| IO 驱动模式 | | | 13.5 | | mA | |
| IO 驱动模式 | | | 18 | | mA | |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

芯片 AC 参数(1)

| GPIOx_OSTR[31:30] | 参数 | 条件 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| GPIOx_OSTR[31:30]=00 (IO_current =4.5mA) | 最大频率 | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 50 pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 30pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 10pF | 2.49 | MHz |
| GPIOx_OSTR[31:30]=01 (IO_current =9mA) | 最大频率 | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 50 pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 30pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 10pF | 2.49 | MHz |
| GPIOx_OSTR[31:30]=10 (IO_current =13.5mA) | 最大频率 | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 50 pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 30 pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 10 pF | 2.49 | MHz |
| GPIOx_OSTR[31:30]=11 (IO_current =18mA) | 最大频率 | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 50 pF | 2.49 | MHz |
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 30 pF | 2.49 | MHz |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 3.3≤ VDD ≤ 5V, CL = 10 pF | 2.49 | MHz |

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。

## 3.12 PLL 参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 输入时钟频率 | $F_{CLKIN}$ | 11.592 | - | 25 | MHz | |
| 输入频率 PFD | $F_{CLK_PFD}$ | 0.95 | 1 | 2.1 | MHz | |
| VCO 输出频率 | $F_{CLKVCO}$ | 100 | - | 480 | MHz | |
| CLK_Q 输出频率 | $F_{CLK_Q}$ | 16 | - | 480 | MHz | |
| CLK_R 输出频率 | $F_{CLK_R}$ | 30 | - | 240 | MHz | |
| 周期性抖动 | $J_{PERIOD}$ | - | - | 10 | ps | |
| 峰值抖动 | | - | - | +/-120 | ps | |
| 锁定时间 | $T_{Lock}$ | - | - | 300 | us | |

(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

注释 1：PLL 输出频率和 VCO 频率的计算公式为：

$F_{CLKVCO}=F_{CLKIN}*F/N$; $F_{CLK_Q}=F_{CLKVCO}/Q$; $F_{CLK_R}=F_{CLKVCO}/R$

## 3.13 I2C 参数

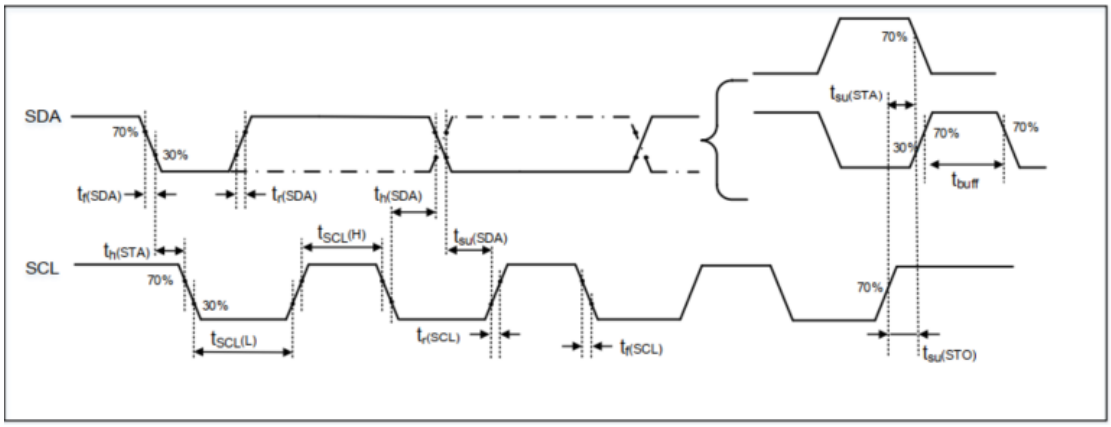
I2C 参数(1)

| 符号 | 参数 | 条件 | 标准模式 | | 快速模式 | | 高速模式 | | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | 最小 | 最大 | |
| $t_{SCL(H)}$ | SCL 时钟高电平时间 | — | 5.05 | — | 0.81 | — | | — | μs |
| $t_{SCL(L)}$ | SCL 时钟低电平时间 | — | 4.93 | — | 0.90 | — | | — | μs |
| $t_{su(SDA)}$ | SDA 建立时间 | — | 5 | — | 1.30 | — | | — | ns |
| $t_{h(SDA)}$ | SDA 数据保持时间 | — | 0.85 | — | 0.13 | — | | — | ns |
| $t_{r(SDA/SCL)}$ | SDA 和 SCL | — | — | 1.0/ | 0.61/0.54 | — | — | | ns |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 上升时间 | | | 0.75 | | | | | |
| $t_{f(SDA/SCL)}$ | SDA 和SCL 下降时间 | — | — | 0.5/0.3 | 0.48/0.32 | — | — | | ns |
| $t_{h(STA)}$ | 起始条件保持时间 | — | 5 | — | 0.95 | — | | — | μs |

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。

I2C 总线时序




## 3.14 SPI 参数

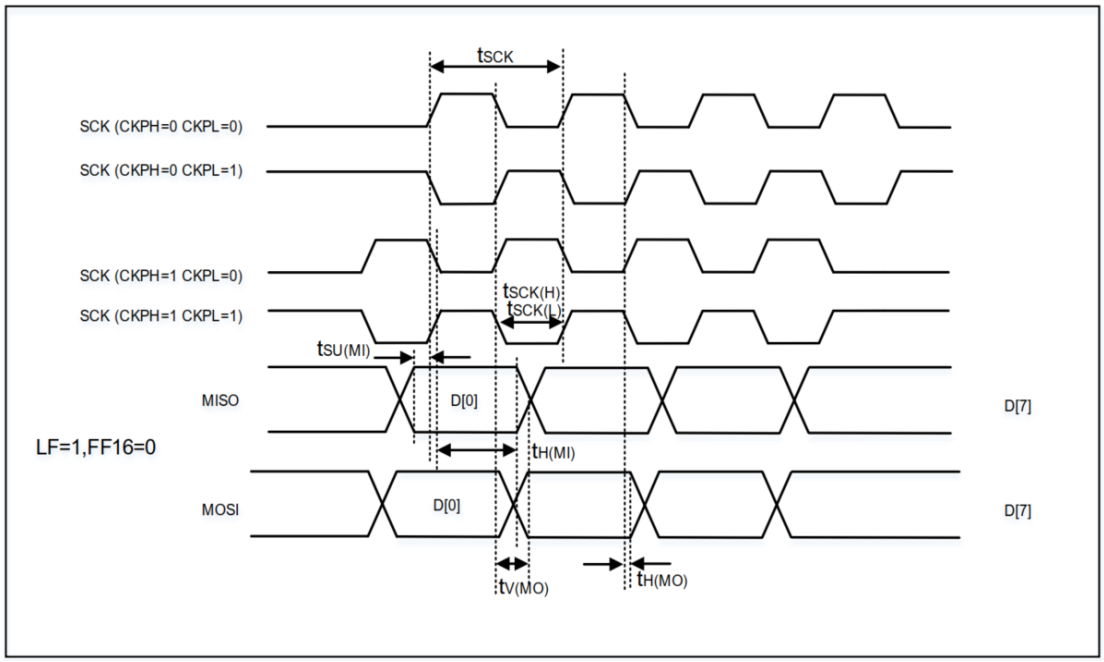
标准 SPI 参数(1)

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{SCK}$ | SCK 时钟频率 | — | — | — | 45 | MHz |
| $t_{SCK(H)}$ | SCK 时钟高电平时间 | 快速模式，fPCLKx = 45 MHz | — | 8 | — | ns |
| $t_{SCK(L)}$ | SCK 时钟低电平时间 | 主机模式，fPCLKx = 45 MHz | — | 14 | — | ns |
| SPI master mode | | | | | | |
| $t_{V(MO)}$ | 数据输出有效时间 | — | — | — | 2 | ns |
| $t_{SU(MI)}$ | 数据输入建立时间 | — | 10 | — | — | ns |
| $t_{H(MI)}$ | 数据输入保持 | — | 8 | — | — | ns |

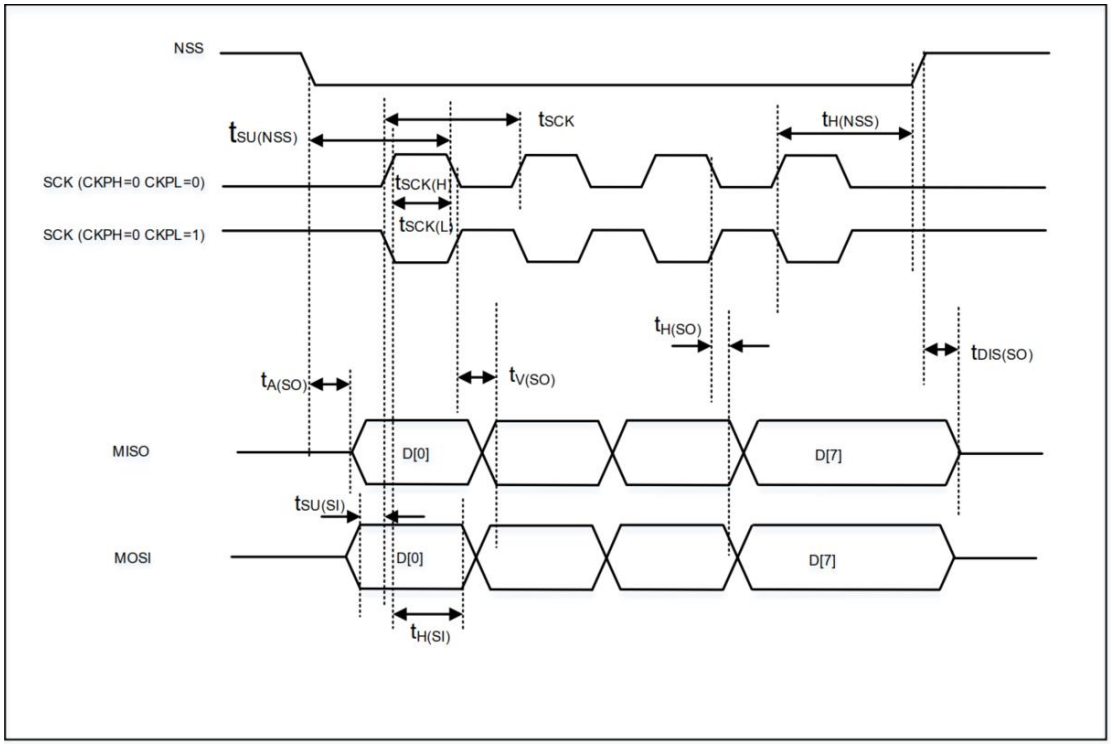
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 时间 | | | | | |
| SPI slave mode | | | | | | |
| $t_{SU(NSS)}$ | NSS 使能建立时间 | — | 366 | — | — | ns |
| $t_{H(NSS)}$ | NSS 使能保持时间 | — | 1090 | — | — | ns |
| $t_{A(SO)}$ | 数据输出访问时间 | — | — | 206 | — | ns |
| $t_{DIS(SO)}$ | 数据输出无效时间 | — | — | 1068 | — | ns |
| $t_{V(SO)}$ | 数据输出有效时间 | — | — | 108 | — | ns |
| $t_{SU(SI)}$ | 数据输入建立时间 | — | 296 | — | — | ns |

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。

SPI 时序图-主机模式




SPI 时序图-从机模式




## 3.15 USART 参数

USART 参数(1)

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{SCK}$ | SCK 时钟频率 | $f_{PCLKx}$ = 45 MHz | 2.4 | — | 2048 | KHz |
| $t_{SCK(H)}$ | SCK 时钟高电平时间 | $f_{PCLKx}$ = 45 MHz | 0.2 | — | 417 | μs |
| $t_{SCK(L)}$ | SCK 时钟低电平时间 | $f_{PCLKx}$ = 45 MHz | 0.2 | — | 417 | μs |

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。

## 3.16 CAN 参数

CAN AC 参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| 最大速率 | Fclk | — | 2 | 4 | Mbps | 3.3V 芯片/最大值为示波器可量最大值 |

其他参数参考 3.11 GPIO DC 参数。

(1) 以上数据都是基于芯片实测数据。

## 3.17 以太网

支持标准的 10/100M 以太网的 MII 接口标准

## 3.18 QSPI

标准 QSPI 参数(1)

| 参数 | 标志 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| QSPI 时钟周期 | Fclk | — | 500 | 33 | ns | 3.3V 芯片/最大值为示波器可量最大值 |
| 输入数据建立时间 | $t_{s(IN)}$ | — | 1021 | 22380 | ns | |
| 输入数据保持时间 | $t_{h(IN)}$ | — | 0.773 | 12 | ns | |
| 输出数据建立时间 | $t_{v(OUT)}$ | — | 13.66 | 310 | ns | |
| 输出数据保持时间 | $t_{h(OUT)}$ | — | 9.31 | 160 | ns | |

## 3.19 EFLASH

| 参数 | 值 | | | 单位 | 备注/测试条件 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 最小 | 典型 | 最大 | | |
| EFlash 核心供电(1) | — | 1.2 | — | V | |
| EFlash 接口供电(1) | — | 2.5 | — | V | |
| EFlash 每个扇区擦除所需时间(1) | — | 6 | — | ms | |
| EFlash 每块擦除所需时间(2) | — | 9 | — | ms | |
| EFlash 编程 64bit 所需时间(2) | — | 0.023 | — | ms | |

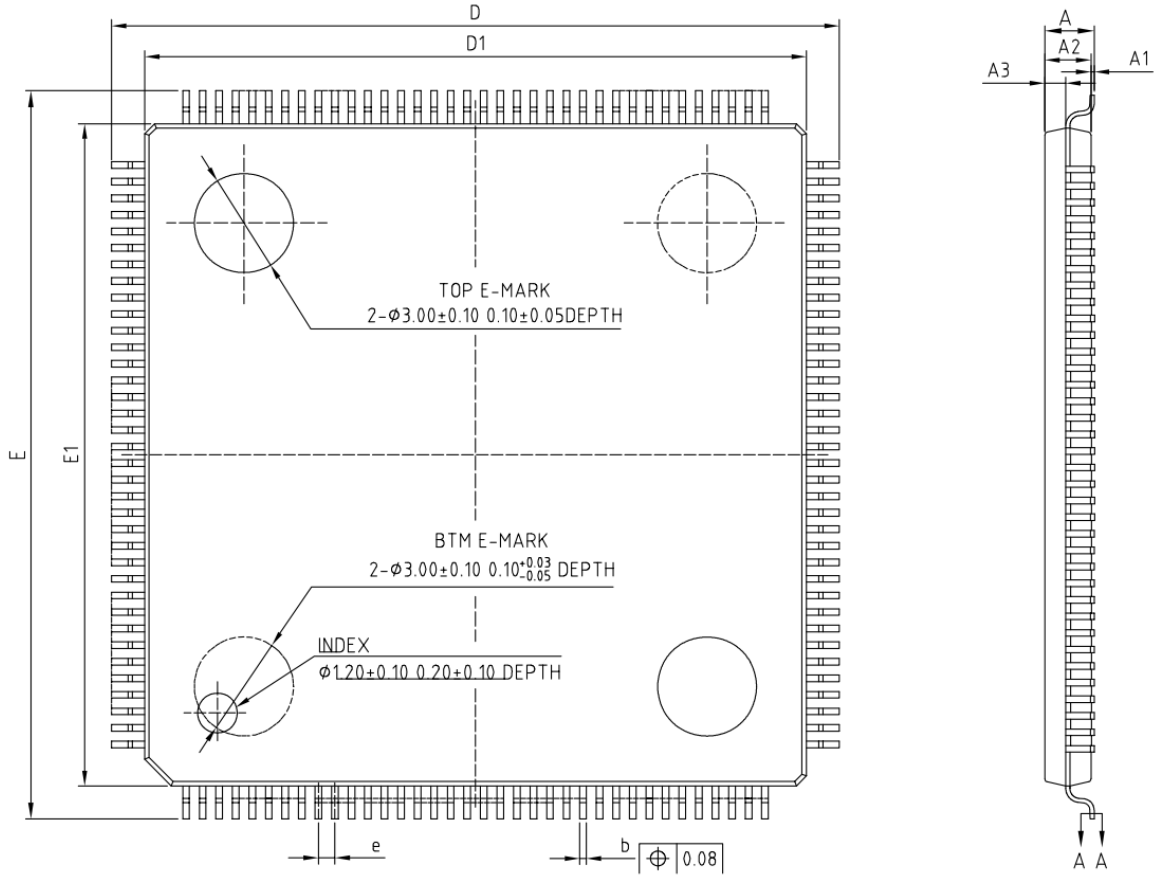
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| EFlash 编程 1Row 所需时间(2) | — | 0.43 | — | ms | |
| EFlash 编程/擦除寿命(1) | — | 100，000 | — | cycles | |
| 平均结温 85℃下，高达 100K 编程/擦除周期后，EFlash 数据保持时间(1) | — | 5 | — | years | |

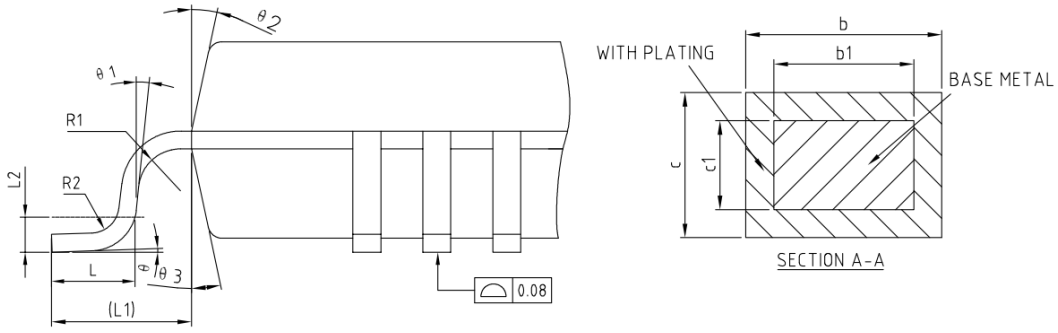
(1) 基于特性分析，不在量产中进行测试。

(2) 以上数据都是基于芯片实测数据。

# 4 封装

封装类型是 LQFP144，封装尺寸如下：



COMMON DIMENSIONS
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

| SYMBOL | MIN | NOM | MAX |
|---|---|---|---|
| A | – | – | 1.60 |
| A1 | 0.05 | – | 0.15 |
| A2 | 1.35 | 1.40 | 1.45 |
| A3 | 0.59 | 0.64 | 0.69 |
| b | 0.17 | – | 0.27 |
| b1 | 0.17 | 0.20 | 0.23 |
| c | 0.127 | – | 0.18 |
| c1 | 0.119 | 0.127 | 0.135 |
| D | 21.80 | 22.00 | 22.20 |
| D1 | 19.90 | 20.00 | 20.10 |
| E | 21.80 | 22.00 | 22.20 |
| E1 | 19.90 | 20.00 | 20.10 |
| e | 0.40 | 0.50 | 0.60 |
| L | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| L1 | 1.00REF | | |
| L2 | 0.25BSC | | |
| R1 | 0.08 | – | – |
| R2 | 0.08 | – | – |
| θ | 0° | – | 7° |
| θ 1 | 0° | – | – |
| θ 2 | 11° | 12° | 13° |
| θ 3 | 11° | 12° | 13° |

# 5 修订历史

| 版本号 | 修订内容 | 修订时间 |
|---|---|---|
| V1.0 | 初始版本。 | 2024.10 |
| V1.1 | 1：增加 TID 指标<br>2：更新管脚复用<br>（1）PB12（PIN 编号 101）、PB13（PIN 编号 110）、PB14（PIN 编号 126）去掉原有的模拟功能<br>（2）PA7（PIN 编号 121）原有的数字功能和模拟功能均去掉，新功能为 VREFN<br>（3）PC3（PIN 编号 122）原有的数字功能和模拟功能均去掉，新功能为 VREFP | 2025.09 |